

I. Título

CARACTERIZACION DE PARASITOIDE DE LA POLILLA DEL TOMATE (*Tuta absoluta*) EN VALLES MESOTERMICOS

COPAICO-Maribel^{1*}, MEJÍA-Ruddy¹, CESPEDES-Ariel³, SAINZ-Claudia² & FIGUEROA-Ilich¹

II. Autores

AUTOR PRINCIPAL: Ing. Maribel Copaico Tococari

Correo electrónico: mari.copaico@gmail.com

Celular: 67440475

Año de defensa de tesis: 2021

Nombre de la universidad: Universidad Mayor de San Simón

CO-AUTORES

TUTOR: Ilich Figueroa Candia, PhD

Correo electrónico: i.figueroa.candia@gmail.com

Celular: 65733503

ASESOR: Lic. Ariel Ángel Céspedes Llave

Correo electrónico: céspedes.ariel@usfx.bo

Celular: 67450927

ASESOR: Claudia Sainz Villbrand

Correo electrónico: clauisabel@gmail.com

Celular: 77417671

Ing. Ruddy Mejia Condori

Correo electrónico: r.mejia.condori@gmail.com

Celular: 76925607

III. Resumen

La polilla del tomate *Tuta absoluta* es la plaga de mayor impacto económico en el cultivo de tomate, especialmente en los Valles mesotérmicos de Mizque y Omereque del Departamento de Cochabamba. Al no existir otras alternativas para combatirla los productores usan indiscriminadamente insecticidas sintéticos, con efectos nocivos en el medio ambiente y especialmente sobre los enemigos naturales de *T. absoluta*. El presente estudio se enfocó en coleccionar e identificar a parasitoides enemigos naturales de la polilla del tomate, así como criar artificialmente a la especie más predominante. En 6 visitas a Mizque y Omereque, se coleccionaron muestras de frutos de tomate dañado por polilla, así como colecta directa de avispas parasitoides en campos cultivados de tomate a cielo abierto. Los parasitoides adultos obtenidos fueron clasificados en "morfotipos" según sus características comunes. Los resultados mostraron que existe alto nivel de parasitismo natural de 16.79% en Omereque y 19.88% en Mizque, lo cual evidencia buena adaptación de los parasitoides a las condiciones de alta presión de pesticidas. De estos morfotipos se clasificó 10 Hymenópteros de las familias Ichneumonidae, Braconidae, Encyrtidae y Bethyidae. Las posibles especies más predominantes fueron *Eucremastus* sp. (Ichneumonidae), *Deuterixys* sp. (Braconidae) y *Copidosoma* sp. (Encyrtidae). Con *Eucremastus* sp. se inició una colonia de cría en el cual se lograron hasta 3 generaciones en cautiverio y sirvieron para iniciar un estudio de interacción tri-trófica mediante Olfactometría. A pesar del uso indiscriminado de pesticidas en estas zonas tomateras, la población de parasitoides es apreciable y tiene un gran potencial de uso en programas de control biológico y manipuleo del hábitat para suprimir las altas poblaciones de *T. absoluta* y reducir el uso de pesticidas en el cultivo de tomate a cielo abierto.

IV. Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicom* L) es una de las hortalizas más consumidas y cultivadas en el mundo, tanto en forma fresca como industrializada por el cual la demanda de la misma incrementa día a día (Villarreal et al., 2000; Mérida et al., 2014). En Bolivia el departamento con mayor superficie de producción es Santa Cruz, seguido por Cochabamba, Tarija, La Paz y Chuquisaca (Mérida et al., 2014; Gabriel et al., 2016; Huanca et al., 2018). El cultivo de tomate es una de las principales actividades agrícolas, por la generación de ingresos para los productores, sin embargo, es uno de los cultivos más riesgosos debido al ataque de plagas y a la fluctuación de precios del mercado nacional (Villarreal et al., 2000).

Para una óptima producción del cultivo la presencia de plagas es una gran limitante, siendo la plaga más importante la polilla del tomate *Tuta absoluta*, que es un microlepidóptero que tiene un rango estrecho de plantas hospederas de la familia Solanaceae, siendo así el tomate el cultivo hospedero más importante (Polack, 2007; Quijua, 2013). La larva de la polilla del tomate es la que ocasiona el daño, observándose minación en las hojas además ingresa y perfora el fruto, por lo que éstos serán descartados produciendo pérdidas cuantiosas al productor (Gómez y Vargas, 2018). En los últimos estadios larvarios aumenta considerablemente su tamaño, y así mismo su capacidad de ingesta y desplazamiento, los daños económicos ocurren en este periodo cuando las larvas penetran los brotes y los frutos (Polack, 2007).

El combate de las plagas y enfermedades en la actualidad es mediante el uso de plaguicidas, que con la aplicación de estos conlleva muchos riesgos para los trabajadores, la población de manera indirecta y el medio ambiente (Bickel, 2018). La polilla del tomate cuenta con numerosos enemigos naturales, afectando a cada uno de sus cuatro estados, como parasitoides, depredadores, bacterias, hongos, baculovirus, nematodos y protozoarios (Gómez y Vargas, 2018). Se tienen registrados alrededor de 50 parasitoides de *Tuta absoluta* en Sudamérica, de los cuales los parasitoides de huevos y larvas son los que predominan, los huevos son parasitados fundamentalmente por las familias de Hymenópteros: Encyrtidae, Eupelmidae y Thichogrammatidae, los parasitoides de larvas, las familias: Bethyidae, Braconidae, Eulophidae, Ichneuminidae y Tachinidae (Mollá, 2013).

Las nuevas estrategias de control buscan reducir el uso de pesticidas sintéticos con la integración de diferentes estrategias de control (Herrera et al 2018). Por eso, debido al uso excesivo de los pesticidas en las zonas de Omereque, Mizque el presente trabajo tiene como fin la búsqueda y caracterización de enemigos naturales presentes en campos de cultivo de tomate en estas regiones, poniendo énfasis en las diversas especies de parasitoides de estados inmaduros de la Polilla del tomate. De manera que se pueda tener una idea más precisa del real impacto de los pesticidas químicos sobre la bio-diversidad de enemigos naturales asociados a la polilla del tomate *Tuta absoluta* en estos agro-ecosistemas.

Hipótesis.

Ho. No se registran enemigos naturales de *T. absoluta* en las dos zonas productoras de tomate.

Ha. Se tienen registro y caracterización de enemigos naturales de *T. absoluta* en las dos zonas productoras de tomate.

V. Objetivos

Objetivo General

Realizar una caracterización de la biología y ecología de las avispas parasitoides de la polilla del tomate *Tuta absoluta* presentes de cultivo de tomate en valles mesotérmicos de Cochabamba y Santa Cruz.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una metodología de cría de *Tuta absoluta* en el laboratorio de entomología de la FCAyP – UMSS.
- Realizar una prospección de entomofauna benéfica asociada a la polilla del tomate *Tuta absoluta* en dos regiones de los valles interandinos.
- Realizar una caracterización taxonómica a todas las avispas parasitoides capturados y colectados en especímenes inmaduros de la polilla del tomate.
- Desarrollar un protocolo de cría artificial de la/las especie(s) de parasitoide (s) más predominantes de la prospección.
- Determinar la presencia de Volátiles Inducidos por Herbívoría (HIPV) en plantas de tomate infestadas por *T. absoluta*.

VI. Métodos

METODOLOGÍA OBJETIVO 1: Cría de polilla de tomate *Tuta absoluta*.

Adecuación del ambiente de cría para polilla del tomate: El mantenimiento de la colonia de polilla del tomate *Tuta absoluta* se realizó en la sala de cría del laboratorio de entomología, en condiciones controladas de temperatura (24–26°C), humedad relativa (55 – 65%) y un fotoperiodo (14h día, 10h noche).

Desarrollo de las técnicas de cuidado de cada fase del ciclo biológico: Para el mantenimiento de la cría es necesario tener plantas de tomate para contar con material vegetal permanentemente.

Adultos: En primera instancia los adultos fueron mantenidos en jaulas entomológicas (“Bug-dorm”), dentro de esta jaula se colocaron dos macetas con plantas de tomates de un tamaño aproximado de 20 cm., en el transcurso se realizó múltiples ajustes para el manejo apropiado en cada estadio.

Huevos: Con el manejo de los adultos en plantas de tomate, los huevos fueron puestos en la parte aérea de la planta del tomate, por lo que no fue apropiado para el manejo. Mediante pruebas se modificaron aspectos para su mejor manejo.

Larvas: Al estar en las jaulas entomológicas (bug-dorm), los adultos pusieron los huevos, cuando estos eclosionaron, consumieron y se mezclaron de distintos estadios. El manejo de las larvas no pudo realizarse por lo que se hizo modificaciones.

Pupas: En el manejo de las polillas en las jaulas entomológicas, al terminar su estadio larval empuparon en el sustrato de las macetas, debido a eso no se pudo hacer el manejo y se realizó ajustes.

METODOLOGÍA OBJETIVO 2: Búsqueda y colecta de parasitoides en campos de tomate

Colecta, mantenimiento: La colecta de parasitoides se realizó en los viajes de las larvas que se recolectaron, como también en captura directa en campo.

Cuantificación de los niveles de parasitismo: Las larvas colectadas llegan a empupar y de ahí se realiza la clasificación de aquellos cocones con similitudes, que fueron contados. Y esperar hasta que emerjan de ellos para identificarlos y registrar la diversidad de avispa.

Las muestras de captura directa, se hizo la separación y pusieron en viales diferentes según las características en común que tienen las avispa con etiquetas que los identifican el lugar de procedencia.

METODOLOGÍA OBJETIVO 3: Caracterización de los parasitoides

De los muestreos directos en campo y los que fueron procesados de los frutos de tomate, fueron separados en viales, a todos los que tuvieran similitudes en común y se nombraron MORFOTIPO 1, 2, 3... etc.

Identificación taxonómica: Se realizó una composición fotográfica de cada morfotipo tanto hembra como macho, se envió un documento, a una institución expertos en identificación taxonómica del CABI-Plantwise de Inglaterra, sin embargo, no se llegó a una identificación.

Así mismo mediante revisiones de literatura especializada, se consultaron claves taxonómicas, para poder identificar los especímenes, a nivel de familia y subfamilia se utilizó las claves de Melo et al. (2012) y Fernández y Sharkey (2006). Otras claves que permitieron llegar a nivel de género son las claves de Townes (1971) y Wharton et al. (1997).

METODOLOGÍA OBJETIVO 4: Prospección de cría del parasitoide más prevalente.

En una jaula entomológica se los provisiono de alimento (agua de miel) y agua. Además de larvas de primer y segundo estadio de *T. absoluta*, para que sean parasitadas. Fue la base para realizar una metodología para la cría del parasitoide morfotipo 1 *Eucremastus sp.* según los datos obtenidos.

Adultos: Una vez que emergieron, fueron liberados en una jaula entomológica, donde fueron provistas de alimento que consistió en una solución de agua de miel al 10 % y agua.

Oviposición: En la jaula entomológica de adultos se pusieron larvas de primer estadio de la cría de *Tuta absoluta*, dejándolos durante una semana que luego fueron cambiadas por otras larvas, se realizó un cambio para tener mayor cantidad de parasitoides, se cambiaron las larvas pasado dos días.

Larvas: Se extrajeron las larvas parasitadas tanto en hojas como aquellos que estuvieran fuera y ponerlos en un balde plástico de 2 litros. Al transcurrir los días y cuando sea necesario cambiar el agua de los vasitos desechables, y aumentar hojas nuevas para su consumo.

Pupas: Al pasar 15 a 20 días las larvas dejaron de consumir follaje y se los puso en tapers tapado con tela gasa y sujeto con la tapa desfondada. La cual se desechó porque el espacio era muy reducido para las avispas que emergieron.

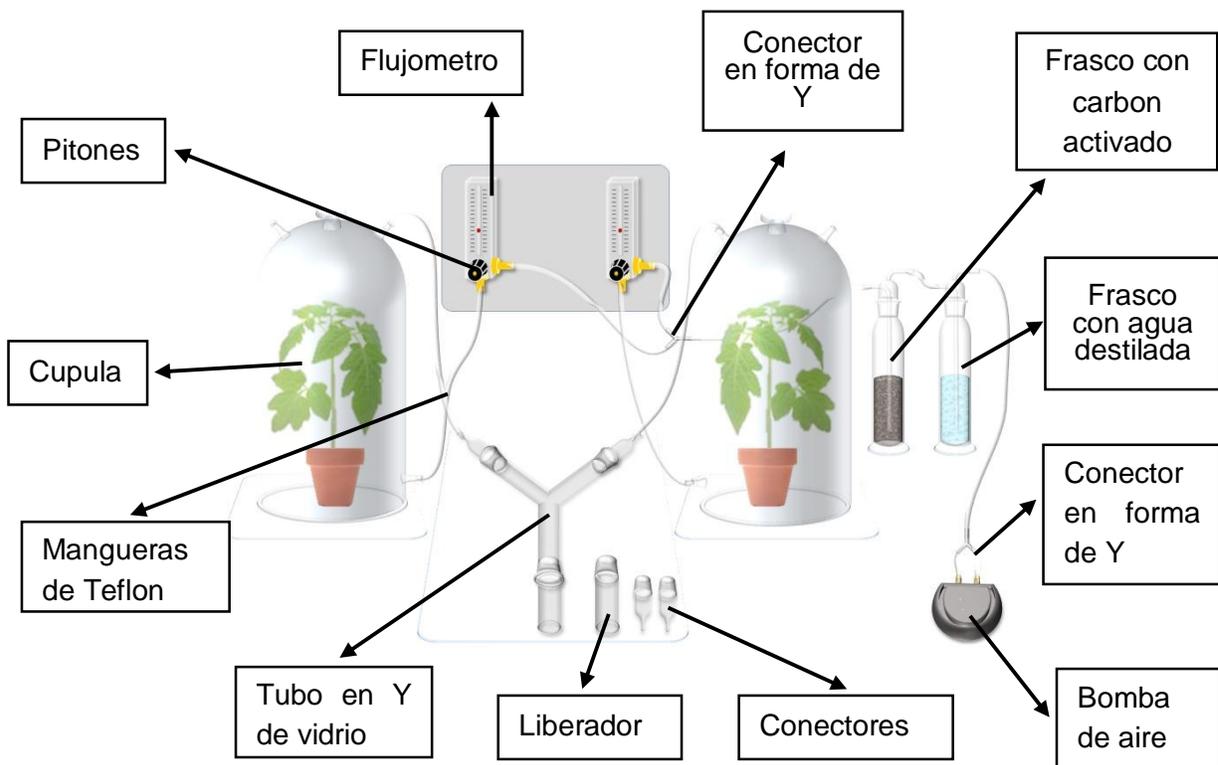
METODOLOGÍA OBJETIVO 5: Presencia de HIPV

Descripción del olfactómetro: Para evaluar la presencia de HIPV (Volátiles Inducidos Por Herbívora), el equipo fue armado de manera estratégica, con materiales que no influyan de alguna manera.

Pruebas de olfactometría para HIP: Para probar la interacción tritrofica y los volátiles inducidos por herbívora entre plantas de tomate, larvas de *Tuta absoluta* y el parasitoide de larvas *Eucremastus sp.*, se realizó pruebas de olfactometría, para lo cual fue necesario tener buena cría del parasitoide, y preparar días antes los materiales a usar.

Se usaron plantas de tomate de 10 a 15 centímetros aproximadamente en macetas, los cuales fueron inducidos con herbívora, con larvas de primer estadio de *T. absoluta*. En cada botellón se pone una planta de acuerdo a los experimentos que se realizara, una vez que está conectado el equipo, se libera el parasitoide en la entrada del tubo en Y. terminada el ensayo los materiales deben ser lavados y desinfectados.

Figura 1: Esquemática del olfactómetro tubo en Y, indicando sus piezas.



VII. Resultados y Análisis

Desarrollo de un protocolo de cría de polilla del tomate

Un aspecto importante para la cría de este insecto es el constante uso de hojas de tomate, para la cual se debe realizar el cultivo de tomate. Desde el almácigo, hasta la producción teniendo el manejo adecuado ya sea establecido en invernadero o en macetas (Figura 2: A).

Cuidado polillas adultas: Los adultos son mantenidos en un balde modificado, se debe tener mucho cuidado de que quede bien armado (Figura 2: B) las polillas adultas son puestas en el balde preparado con mucho cuidado de no lastimarlos.

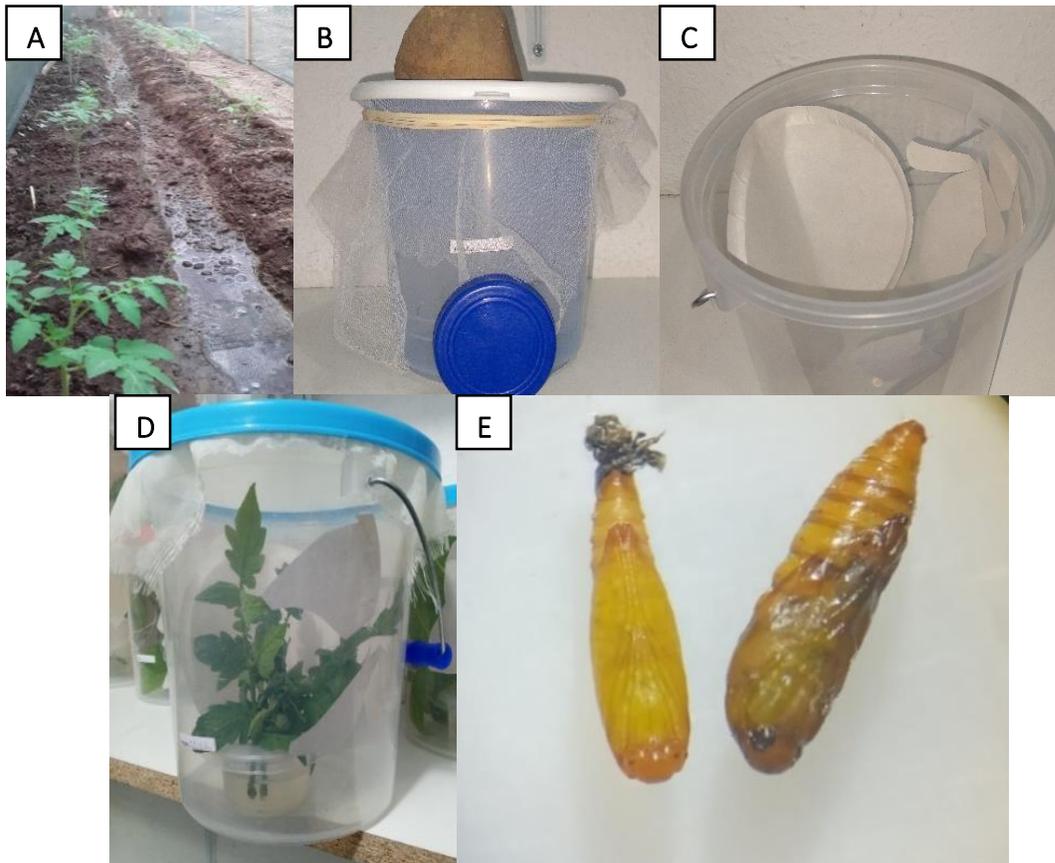
Por otra parte, preparar el alimento que consiste en una solución de agua de miel al 10%, en caso de preparar un envase nuevo se lo pone en una tapa pomadera al centro del mismo y en caso de alimentar a los antiguos se aumenta con jeringa.

Colecta de huevos: Los huevos son puestas por las polillas adultas en el disco de papel sabana que se encuentra en la parte superior del balde modificado, la colecta se realiza 3 veces a la semana o cada día dependiendo de la cantidad de polillas. El disco de papel con huevos se sujeta con cinta adhesiva en un balde de 2 litros (Figura 2: C).

Mantenimiento de larvas: Después de la cosecha de huevos, al transcurrir dos a tres días al centro del balde se pone un recipiente que consiste de un vasito de helado de 50ml con la tapa cortada en cruz por donde entra el peciolo de la hoja de tomate y debe llevar agua menor a su capacidad y tapar el balde con tela gasa sujeta con su tapa desfondada (Figura 2: D). Cabe decir que las hojas tienen que estar apoyadas en el disco de papel con huevos. Según vayan consumiendo las hojas deben ser cambiadas por otras además cambiar el agua del vasito de helado o en todo caso aumentar con una jeringa.

Mantenimiento de pupas: Cuando las larvas ya estén en cuarto estadio y estén ingresando a estado de prepupa, se las vacía las hojas secas y frescas sin los vasitos de helado a un taper hasta que emerjan para luego continuar con su ciclo (Figura 2: E).

Figura 2: Cría de *Tuta absoluta*.



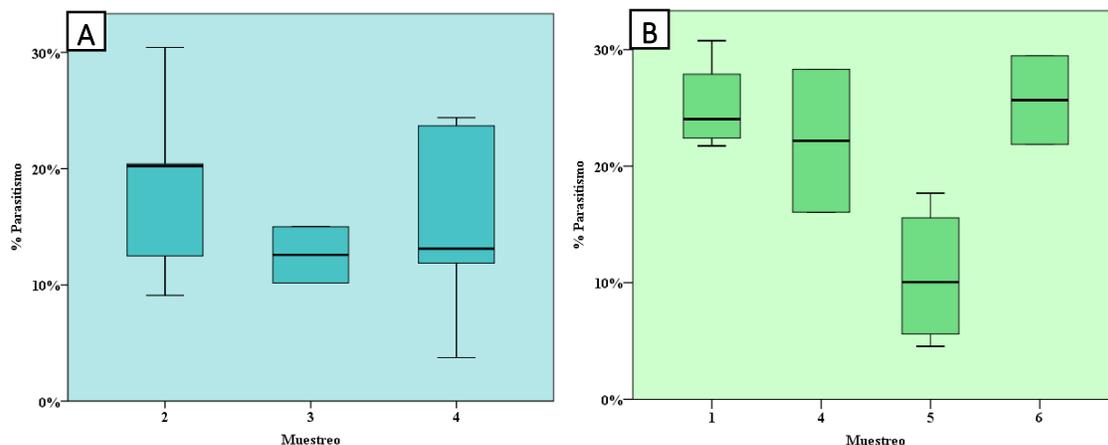
A: Plantación de tomate; B: Mantenimiento de adultos; C: Mantenimiento de Huevos; D: Mantenimiento de larvas; E; Mantenimiento de pupas.

Marín et al. (2002), indica que los adultos se mantuvieron en jaulas cilíndricas, y en las generaciones siguientes en un recipiente rectangular, que se alimentaron con una solución

acuosa al 5%. Toro (2012); Salas (2017), criaron la polilla en jaulas. En el estudio de Luft et al. (2015), utilizaron plantas de tomate como sustrato de oviposición, Marín et al. (2002) menciona que los huevos fueron obtenidos en algodón. Las larvas y las pupas fueron mantenidas en material vegetal en el fondo y otras con dieta artificial y se puso cartón corrugado para que empupen (Marín et al., 2002), las larvas fueron mantenidas con folíolos, hasta que termine la etapa larval luego fue trasladado a otra jaula (Salas, 2017). En esta investigación los adultos fueron mantenidas en envases modificados para su fácil manipuleo, que en el mismo se contó con el material para la oviposición, que fue muy práctico. Las larvas se mantuvieron con material vegetal, hasta terminar el estado larval para luego ser traspasados a taper junto con el material vegetal seco.

Búsqueda y colecta de parasitoides en campos de tomate

Figura 3: Porcentaje de parasitismo de *Tuta absoluta* en Omereque y Mizque



A: Parasitismo en Omereque; B: Parasitismo en Mizque.

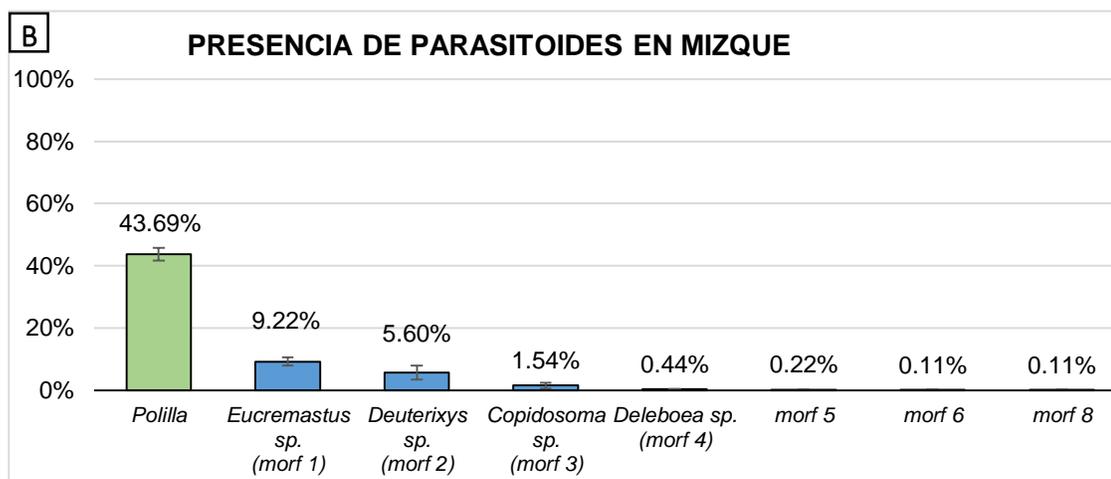
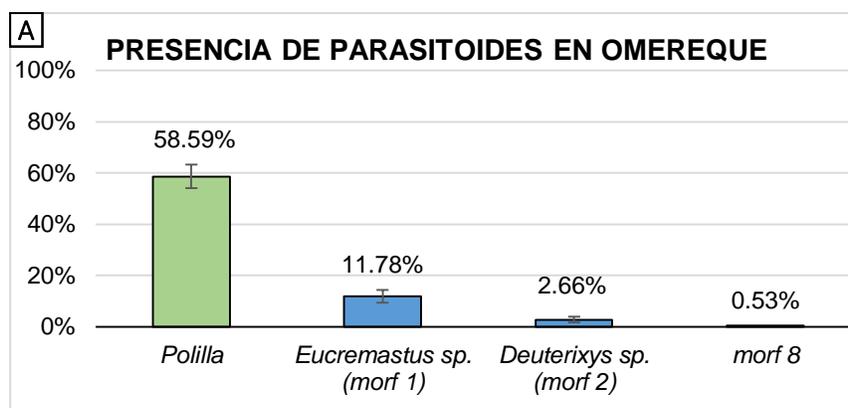
En Omereque el parasitismo natural en los tres muestreos es significativo ($P < 0.035$), siendo el más elevado con 18.34%. En Mizque en los cuatro muestreos es significativo ($P < 0.035$), llegando hasta un 25.67% de parasitismos. Considerando las aplicaciones de insecticidas en estos lugares, el parasitismo natural es alta en ambos casos.

Diversidad de parasitoides

El porcentaje de parasitismo natural en las dos zonas productoras de tomate no tiene diferencias significativas ($P < 0.217$), alcanzando 16.79% en Omereque y un 19.88 % en Mizque.

La diversidad de parasitoides en captura directa es reducida en Omereque a Diferencia de Mizque, en ambos casos el posible *Eucremastus sp.* tiene el mayor porcentaje seguido de *Deuterixys sp.* La diversidad de parasitoides en captura directa cuenta con cuatro morfotipos en ambas localidades, de la misma forma el posible *Eucremastus sp.* tiene mayor porcentaje seguido de *Deuterixys sp.*

Figura 4: Diversidad de parasitoides en Omereque y Mizque



A: Diversidad en Omereque; B: Diversidad en Mizque.

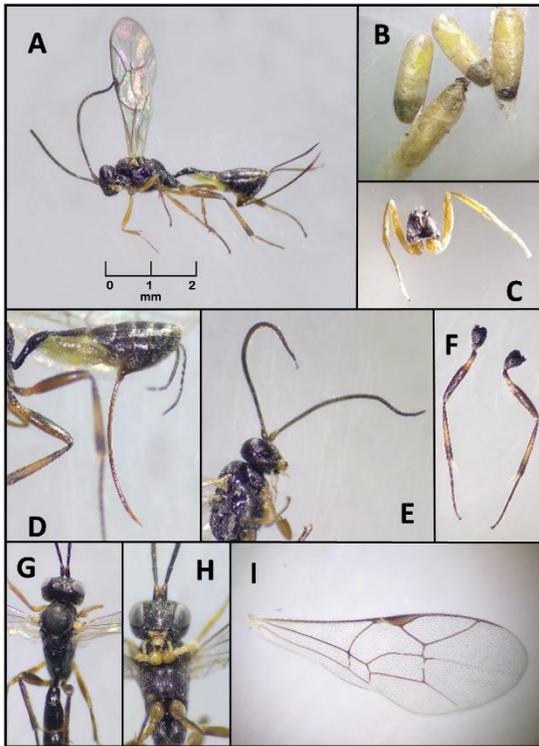
En un estudio realizado en España, dentro de la superfamilia Ichneumonidae, las familias Braconidae e Ichneumonidae fueron más abundantes en los ejemplares colectados (Nieves-Aldrey et al., 2003). En Argentina e Italia en las provincias Tucumán y Cinturón Hortícola Platense el porcentaje de parasitismo natural se reportó muy baja con un máximo cercano a 5% (Luft et al., 2015). Por otro lado, en un estudio realizado por Hernández et al. (2009), muestras colectadas en Mapire Venezuela en *Hylesia metabus* el porcentaje de parasitismo natural fue incrementando durante los tres ciclos evaluados de un 33.0% a 91.1%, así mismo

menciona que de los 10 especímenes Hymenoptera pertenecientes con muy bajos porcentajes a las familias Ichneumonidae con 1.3%, Chalcidae, Perilampidae 2.0% y Eulopidae 0.1% donde *Brachimeria nigra* fue la más abundante con 12.8% seguida de *Conura* sp. con 6.8% . Sin embargo, en esta investigación el porcentaje de parasitismo es más alto para *Eucremastus* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) seguido de *Deuterixys* sp. (Hymenoptera: Braconidae) en ambas localidades tanto como en captura directa e indirecta.

Descripción de los morfotipos colectados

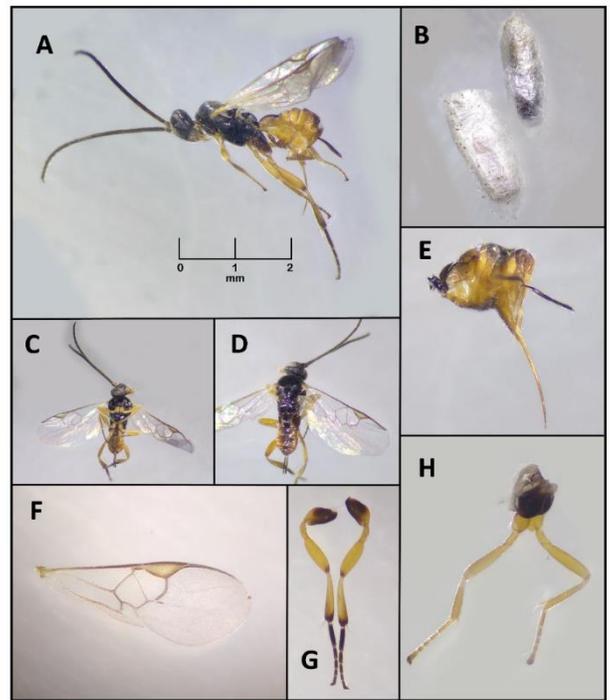
<p>Morfotipo 1 Orden: Hymenoptera Súper familia: Ichneumonoidea Familia: Ichneumonidae Subfamilia: Cremastinae Género: <i>Eucremastus</i> Especie: <i>Eucremastus</i> sp</p>	<p>Morfotipo 2 Orden: Hymenoptera Súper familia: Ichneumonoidea Familia: Braconidae Subfamilia: Microgastrinae Género: <i>Deuterixys</i> Especie: <i>Deuterixys</i> sp.</p>	<p>Morfotipo 3 Orden: Hymenoptera Súper familia: Chalcidoidea Familia: Encyrtidae Subfamilia: Encyrtinae Género: <i>Copidosoma</i> Especie: <i>Copidosoma</i> sp.</p>
<p>Morfotipo 4 Orden: Hymenoptera Súper familia: Ichneumonoidea Familia: Ichneumonidae Subfamilia: Banchinae Tribu: Lissonotini Género: <i>Deleboea</i> Especie: <i>Deleboea</i> sp.</p>	<p>Morfotipo 5 Orden: Hymenoptera Súper familia: Ichneumonoidea Familia: Ichneumonidae Subfamilia: Cryptinae</p>	<p>Morfotipo 6 Orden: Hymenoptera Súper familia: Chrysidoidea Familia: Bethylidae</p>
<p>Morfotipo 7 Orden: Hymenoptera Morfotipo 8 Orden: Hymenoptera Súper familia: Ichneumonoidea Familia: Ichneumonidae</p>	<p>Morfotipo 9 Orden: Hymenoptera Súper familia: Ichneumonoidea Familia: Ichneumonidae Subfamilia: Campopleginae</p>	<p>Morfotipo 10 Orden: Hymenoptera</p>

Figura 5: Composiciones fotográficas de los morfotipos



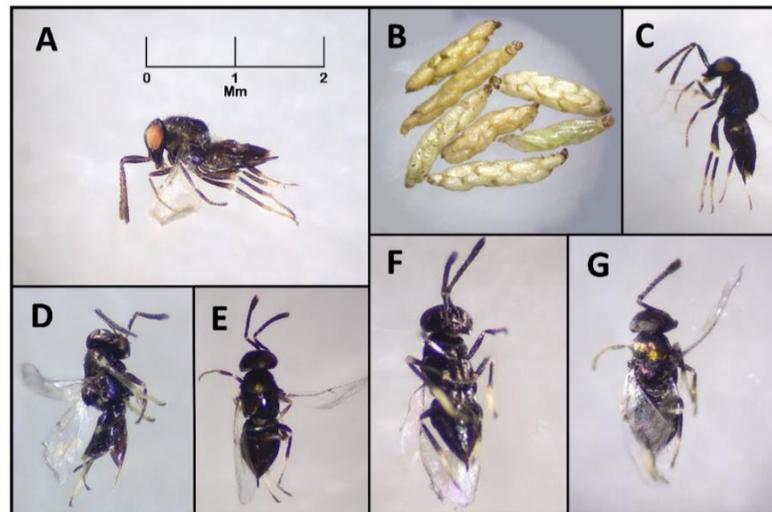
Parasitoid MORFOTIPO-1

Especimen: Hembra endoparasitoides de larva, coinobionte, recolectada del hospedero
Ubicación de recolección: 18°11'15.2" S ; 64°52'04.4" W **Fecha:** 03/09/2020
Hospedero primario: Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera; Gelechiidae)
A: Vista lateral y escala. **B:** Cocones. **C:** Detalle de pata delantera. **D:** Abdomen y ovipositor en vista lateral. **E:** Detalle de cabeza y antenas. **F:** Detalle de la pata trasera. **G:** Vista dorsal. **H:** Vista ventral. **I:** Detalle de ala delantera.
Colector: Maribel Copaico Tococari



Parasitoid MORFOTIPO-2

Especimen: Hembra endoparasitoides de larva coinobionte recolectada del hospedero
Ubicación de recolección: 18°11'15.2" S ; 64°52'04.4" W **Fecha:** 03/09/2020
Hospedero primario: Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera; Gelechiidae)
A: Vista lateral y escala. **B:** Cocones. **C:** Vista ventral. **D:** Vista dorsal. **E:** Abdomen y ovipositor. **F:** Detalle de ala delantera. **G:** Detalle de la pata trasera. **H:** Detalle de la pata delantera
Colector: Maribel Copaico Tococari



Parasitoid MORFOTIPO-3

Especimen: Hembra endoparasitoides de larva coinobionte recolectada del hospedero
Ubicación de recolección: 17°56'48.4" S 65°19'21.5" W **Fecha:** 30/01/2020
Hospedero primario: Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera; Gelechiidae)
A: Vista lateral y escala. **B:** Momias larvas parasitadas. **C:** Vista lateral, detalle de patas y antenas.
D: Vista lateral, detalle del ovipositor. **E:** Vista dorsal. **F:** Vista ventral.
G: Vista dorsal, detalle del ala.
Colector: Maribel Copaico Tococari

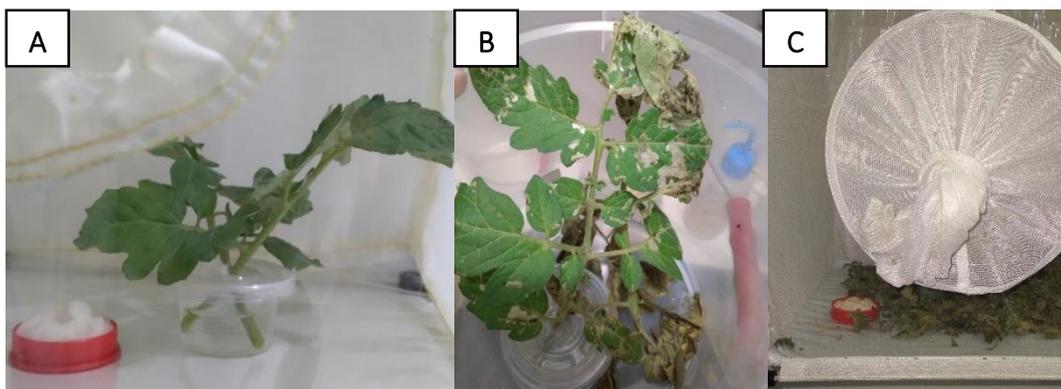
Dentro del orden Hymenóptera, la familia Braconide es la más numerosa después de Ichneumonidae, estas atacan larvas de Lepidóptero, Coleóptera o Díptera, algunas especies parasitan huevos, larvas, pupas incluso adultas de sus hospederos. Son endoparasitoides cuyo estadio larval pasa alimentándose de su hospedero, de adultos son de vida libre alimentándose de fluidos vegetales: polen o néctar (Falco et al., 2006).

En la fauna mundial hay un estimado de 60.000 especies de Ichneumonidae, de las cuales 17.000 son neotropicales, es decir que proceden del continente sudamericano y centroamericano (Fumi y Graf, 2000). El estudio de los Braconidos es tarea lenta debido a su tamaño pequeño y su gran diversidad, la identificación de estos hasta especie no siempre es posible, ya que muchos grupos necesitan revisión taxonómica (Falco et al., 2006). Las avispas de la subfamilia Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) son importantes parasitoides de lepidóptera. El género *Deuterixys* (Mason, 1981) está distribuida en muchas regiones incluida la Neotropical (Zargar et al., 2019).

Prospección de cría del parasitoide *Eucremastus sp.*

Mantenimiento de los adultos: Los adultos que emergen son colocados en una jaula entomológica con alimento (agua de miel al 10 %) y agua. Para la siguiente generación, de la cría de *Tuta absoluta* sacar hojas minas con larvas de primer estado, estas hojas son puestas en un recipiente de plástico (vasito de helado) en la tapa del recipiente se hace una abertura en forma de equis por donde se introduce el peciolo de la hoja, dejando durante 2 días para que las larvas sean parasitadas.

Figura 6: Cría de parasitoide *Eucremastus sp.*



A: Mantenimiento de adultos; B: Mantenimiento de larvas; C: Mantenimiento de pupas.

Mantenimiento de las larvas: Pasado los dos días sacar de la jaula, las hojas minadas y los restos de hojas secas y cambiarlos por otras larvas de *Tuta absoluta* de primer estadio. Las

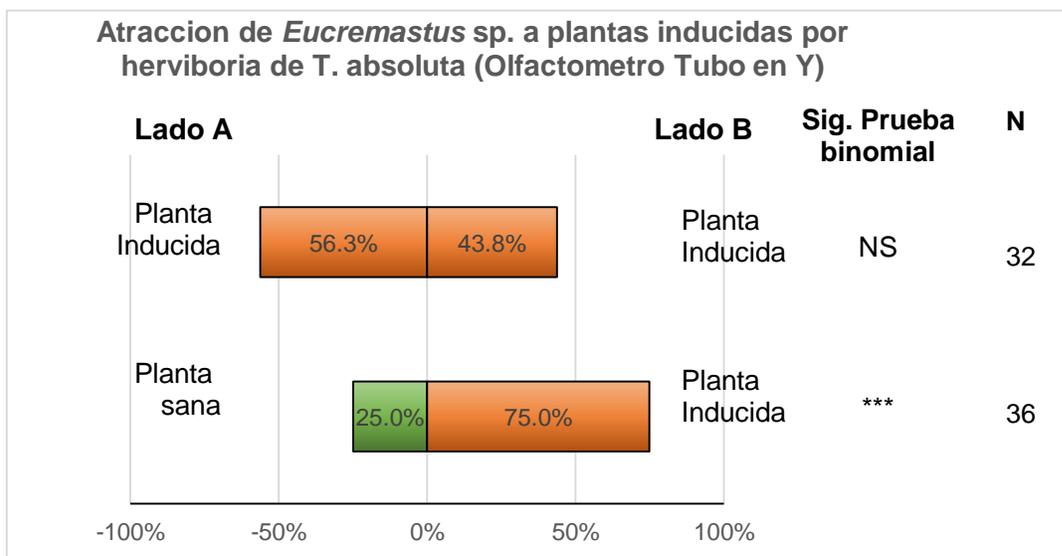
larvas parasitadas se mantienen en un balde de dos litros, con hojas frescas de tomate hasta que termine su estadio.

Mantenimiento de pupas: Las pupas son mantenidas en una jaula entomológica junto con el follaje seco del consumo en larva, además se pone alimento agua de miel al 10% y agua.

Bahena et al. (1998), realizaron la cría, de *Hiposoter didymator*, con el huésped *Mythimna umbriger* donde el hospedero fue alimentado con material vegetal (hojas de maíz) en el primer estadio de la larva y luego con dieta artificial del segundo hasta el sexto estadio. Así mismo García-Martínez et al. (2014), indica que se hizo una prospección de cría del parasitoides de *Drosophila suzukii*, en condiciones de laboratorio proporcionando pupas a sus parasitoides *Spalangia cameroni* y *Pachycrepoideus vindemniae*.

Presencia de Volátiles Inducidos Por Herbivoría HIPV

Figura 7: Interacción tritrófica, planta-herbívoro-carnívoro de *Eucremastus sp.*



Se muestra que los parasitoides (*Eucremastus sp.*) fueron atraídos por plantas inducidas con herbivoría. Estudios realizados con ácaros y sus depredadores demostraron que las plantas tienen la habilidad de emitir volátiles inducidos por herbivoría y su atracción de sus enemigos naturales (Rodríguez, 2012).

VIII. Conclusiones

En el desarrollo de la cría de *Tuta absoluta* se presentaron varios inconvenientes, pero con algunos ajustes que se realizaron en los distintos estados se consiguió desarrollar el protocolo estandarizado de cría en laboratorio, la cual permite contar permanentemente con material

biológico para investigaciones en *T. absoluta* para su control, así como otras como las interacciones tritróficas.

Dentro de las dos zonas estudiadas, los niveles de parasitismo natural son relativamente altos, alcanzado un 16.79% en Omereque y 19.88% en Mizque. Así mismo la diversidad de los parasitoides de *Tuta absoluta* en Omereque: contando con *Eucremastus* sp. (Ichneumonidae) con un porcentaje de parasitismo de 11.78%, seguido de *Deuterixys* sp. (Braconidae) con 2.66% y el morfotipo 8 (Ichneumonidae) con 0.53%. A diferencia de Omereque, en Mizque se encontró mayor diversidad de parasitoides de la polilla del tomate *Eucremastus* sp con 9.22% seguido por *Deuterixys* sp. con 5.60%, *Copidosoma* sp. (Encyrtidae) con 1.54%, *Deleboea* sp. (Ichneumonidae) con 0.44%. Morfotipo 5 (Ichneumonidae) con 0.22%, Morfotipo 6 (Bethyidae) con 0.11%.

Se ha diferenciado y descrito 10 morfotipos de los cuales se realizó la identificación taxonómica hasta género de 4 morfotipos, de los restantes se llegó a familia en otros casos hasta subfamilia, debido a que no se contaron con suficientes especímenes o el tamaño del parasitoide es tan pequeño que se necesitan equipos especializados y especialistas para su identificación.

Conjuntamente con la cría de *Tuta absoluta* se ha desarrollado el protocolo de cría artificial del parasitoide más prevalente en este estudio, *Eucremastus* sp. (Hymenoptera; Ichneumonidae) en condiciones de laboratorio, de manera que se tiene a disposición para futuras investigaciones especialmente para estudios de ecología química.

Con la exitosa cría del parasitoide se ha iniciado las investigaciones preliminares sobre interacción tritróficas (planta - herbívoro - carnívoro), obteniendo así un 75 % de las avispas que optaron por la planta inducida por herbivoría (HIPV).